

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicants: **Tomoyuki Hatakeyama, et al.** Examiner: **Unassigned**  
Serial No.: **Unassigned** Group Art Unit: **Unassigned**  
Filed: **Herewith** Docket: **17490**  
For: **ELECTROSTATIC DRIVING DEVICE  
AND MANUFACTURING METHOD OF  
THE SAME** Dated: **March 8, 2004**

**Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450**

**CLAIM OF PRIORITY**

Sir:

Applicants in the above-identified application hereby claim the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. §119 and in support thereof, herewith submit a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-068318, filed on March 13, 2003.

Respectfully submitted,

  
Thomas Spinelli  
Registration No. 39,533

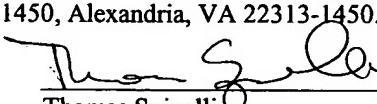
Scully, Scott, Murphy & Presser  
400 Garden City Plaza  
Garden City, New York 11530  
(516) 742-4343

**CERTIFICATE OF MAILING BY EXPRESS MAIL**

Express Mail Mailing Label Number: EV213901445US  
Date of Deposit: March 8, 2004

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service Express Mail Post Office to Addressee service under 37 C.F.R. §1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop Patent Application, Commissioner For Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Dated: March 8, 2004

  
Thomas Spinelli

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日      2003年  3月13日  
Date of Application:

出願番号      特願2003-068318  
Application Number:

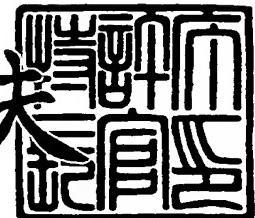
[ST. 10/C] :      [JP2003-068318]

出願人      オリンパス株式会社  
Applicant(s):

2004年  2月  3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 03P00010  
【提出日】 平成15年 3月13日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G02B 5/10  
【発明の名称】 静電駆動装置及びその製造方法  
【請求項の数】 12  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学  
工業株式会社内  
【氏名】 畠山 智之  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学  
工業株式会社内  
【氏名】 堀内 勝司  
【特許出願人】  
【識別番号】 000000376  
【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100058479  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 鈴江 武彦  
【電話番号】 03-3502-3181  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100091351  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 河野 哲

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100100952

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 風間 鉄也

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010297

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静電駆動装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 可撓性薄膜と、

可撓性薄膜が撓むことができるよう、可撓性薄膜を保持している保持部材と、

可撓性薄膜に取り付けられている作用部材と、

可撓性薄膜に設けられていて、可撓性薄膜に沿って広がっている膜側対向電極

と、

保持部材に対向している基部と、

基部に設けられていて、膜側対向電極と対向している基部側対向電極と、

保持部材と基部の間に挟まれていて、保持部材と基部を接着するとともに、膜側対向電極と基部側対向電極の間の電極間隔を所定の間隔に保つよう保持部材と基部の間の間隔を所定の間隔に保つ接着スペーサ部材と、

を備えており、膜側対向電極と基部側対向電極に働く静電力に応じて可撓性薄膜が撓み、この可撓性薄膜の撓みに応じて作用部材は作用されることを特徴とする静電駆動装置。

【請求項 2】 前記接着スペーサ部材は、前記保持部材と前記基部を接着する接着部材と、この接着部材内で分散している、剛性を有する複数の剛性部材とを有しており、剛性部材は前記保持部材と前記基部の間の間隔を所定の間隔に保つことを特徴とする請求項 1 に記載の静電駆動装置。

【請求項 3】 前記接着スペーサ部材に含まれた前記接着部材と前記剛性部材の少なくとも一方は導電性を有しており、

前記静電駆動装置は、

前記保持部材に設けられていて、前記膜側対向電極と前記接着スペーサ部材を電気的に接続する膜側接続部材と、

前記基部に設けられている膜用外部電極と、

前記基部に設けられていて、この膜用外部電極と前記接着スペーサ部材を電気的に接続する基部側接続部材と、

をさらに備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の静電駆動装置。

【請求項 4】 前記静電駆動装置は、

前記基部側対向電極と電気的に接続されている基部用外部電極と、

複数の電気配線を有するフレキシブル基板と、

をさらに備えており、この基部用外部電極と前記膜用外部電極はフレキシブル基板の電気配線に電気的に接続されていることを特徴とする請求項 3 に記載の静電駆動装置。

【請求項 5】 前記剛性部材は球形であることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の静電駆動装置。

【請求項 6】 前記接着部材は、常温で硬化する接着剤を含んでいることを特徴とする請求項 2 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の静電駆動装置。

【請求項 7】 前記接着部材は、低弾性のシリコーン系の接着剤を含んでいることを特徴とする請求項 6 に記載の静電駆動装置。

【請求項 8】 前記静電駆動装置は、前記保持部材と前記基部の間に位置していて保持部材と基部の一方から突出している突起をさらに備えており、他方はこの突起の先端と対向している対向面を有しており、

前記接着スペーサ部材は、この突起の先端とこの対向面との間に挟まれていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の静電駆動装置。

【請求項 9】 請求項 2 に記載の静電駆動装置の製造方法であって、

前記作用部材が取り付けられ、前記膜側対向電極が設けられた前記可撓性薄膜を保持している前記保持部材と、前記基部側対向電極が設けられた前記基部とを用意する部材用意工程と、

接着剤を含んでいる接着部材と剛性を有する複数の剛性部材とを用意し、剛性部材が接着部材内で分散するよう用意された接着部材と剛性部材を混合して、混合された接着部材と剛性部材を含む混合部材を形成する混合工程と、

前記用意された保持部材又は基部にこの混合部材を供給する供給工程と、

供給された混合部材が保持部材と基部の間に挟まれるとともに前記膜側対向電極と前記基部側対向電極が対向するよう、保持部材と基部を位置決めする位置決め工程と、

位置決めされた保持部材と基部を圧着する圧着工程と、

保持部材と基部の間に挟まれた混合部材中の接着部材に含まれた接着剤を硬化させる硬化工程と、

を備えており、

硬化工程にて硬化させられた接着剤を含む混合部材は前記接着スペーサ部材を形成することを特徴とする製造方法。

**【請求項 10】** 前記部材用意工程にて用意される保持部材には、前記膜側対向電極と電気的に接続されている導電性の膜側接続部材がさらに設けられており、

前記部材用意工程にて用意される基部には、膜用外部電極と、この膜用外部電極と電気的に接続されている導電性の基部側接続部材がさらに設けられており、

前記混合工程にて用意される接着部材と剛性部材の少なくとも一方は導電性を有しております、

前記供給工程にて供給される混合部材は、前記膜側接続部材に接触するよう前記保持部材に供給されるか、前記基部側接続部材に接触するよう前記基部に供給され、

前記位置決め工程では、この供給された混合部材が前記膜側接続部材と前記基部側接続部材に接触するとともに前記膜側対向電極と前記基部側対向電極が対向するよう、保持部材と基部が位置決めされることを特徴とする請求項 9 に記載の製造方法。

**【請求項 11】** 前記部材用意工程にて用意される基部には、前記基部側対向電極と電気的に接続されている基部用外部電極がさらに設けられており、

前記製造方法は、

複数の電気配線を有するフレキシブル基板を用意するフレキシブル基板用意工程と、

前記基部用外部電極と前記膜用外部電極をフレキシブル基板の電気配線に電気的に接続する接続工程と、

をさらに備えていることを特徴とする請求項 10 に記載の製造方法。

**【請求項 12】** 前記部材用意工程にて用意される保持部材と基部の一方には、前記位置決め工程にて保持部材と基部が位置決めされたときに、前記保持部

材と前記基部の間に位置し、保持部材と基部の一方から他方に向け突出する突起がさらに設けられており、他方は保持部材と基部が位置決めされたときにこの突起の先端と対向する対向面を有しております、

前記供給工程では、この突起の先端に前記混合部材が供給され、

前記位置決め工程では、この供給された混合部材が前記突起の先端と前記対向面の間に挟まれるとともに前記膜側対向電極と前記基部側対向電極が対向するよう、保持部材と基部が位置決めされることを特徴とする請求項 9 に記載の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、静電駆動装置及びその製造方法に関し、特に、静電力によって可撓性薄膜を撓ませ、この撓みが作用部材に作用する静電駆動装置及びその製造方法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

光ピックアップなどのマイクロオプティクスに適用される微小な光学系において、従来は電磁式アクチュエーターを用いていたフォーカシング等に関する機構の簡素化を目的として、反射面の曲率を変えることができる超小型の可変形状鏡（静電駆動装置）の提案がおこなわれている。また、小型の撮像用光学系においても、可変形状鏡の適用は小型化に大きく貢献できる。

##### 【0003】

このような可変形状鏡では、半導体製造技術を適用した、所謂MEMS（Micro Electro-Mechanical System）技術を適用することによって小型・高精度に製造することが可能である。この種の技術としては、例えば特許文献1に開示されている。図10を用いて、特許文献1に開示されている可変形状鏡の構成及び製造方法について説明する。図10は、特許文献1に開示されている可変形状鏡の構成を示す分解斜視図である。可変形状鏡は、互いに対向する上部基板101と下部基板102を有している。上部基板101は、ミラー開口部103と電極開

口部 104 が形成された単結晶シリコンからなる枠部 105 を有している。下部基板 102 に対向する枠部 105 の表面にはポリイミド膜 106 が形成されている。ミラー開口部 103 から覗くことができるポリイミド膜 106 の所定領域には、上部電極 107 が形成されている。上部電極 107 はミラーとして用いられる。電極開口部 104 から覗くことができるポリイミド膜 106 は一部を除いて除去されている。残った部分 106a は撓むことができる。部分 106a には上部電極 107 から引き出された上部電極パッド 108 が形成されている。上部電極パッド 108 は下部基板 102 に対向する。

#### 【0004】

下部基板 102 は単結晶シリコン基板 109 を有する。単結晶シリコン基板 109 には、絶縁膜を介して下部電極 111 及びそこから引き出された第 1 電極パッド 112 と、下部電極 111 とは電気的に分離された第 2 電極パッド 113 とが形成されている。第 2 電極パッド 113 上には、Au バンプ 114 が形成されている。

#### 【0005】

下部電極 111 の周囲には、厚膜フォトレジストからなるスペーサ 115 が配置されている。スペーサ 115 は切り欠き 116 を有しており、下部電極 111 を完全には囲んでいない。スペーサ 115 の高さは、Au バンプ 114 より若干低くなっている。

#### 【0006】

上部基板 101 と下部基板 102 は圧着される。スペーサ 115 は接着剤の役割を果たす。上下基板の間隔は、スペーサ 115 の高さによって規制される。Au バンプ 114 の高さは、スペーサ 115 より若干高いので、上下基板を接合すると電極パッド 108 は Au バンプ 114 に接触し、部分 106a とともに押し上げられる。部分 106a の張力によって、Au バンプ 114 と電極パッド 108 は、常に電気的に接続される。この結果、上部電極 107 が第 2 電極パッド 113 に導通する。下部電極 111 は第 1 電極パッド 112 に導通している。

#### 【0007】

これら 2 つの電極パッド 112、113 に電圧を印加すると、上部電極 107

と下部電極 111 の間に静電引力が作用し、上部電極 107 とともにポリイミド膜 106 が変形する。静電引力を適切に調節すれば、上部電極 107 の表面の曲率を所望の値にすることができる。

#### 【0008】

電圧を印加するためのリード線は、上部電極 107 が下部基板 102 の第 2 電極パッド 113 に導通しているので、下部基板 102 にのみ接続される。リード線を上部基板 101 と下部基板 102 にそれぞれ接続する必要はない。リード線を接続する際には負荷が生じる。上部基板 101 と下部基板 102 に接続する場合、両者に歪みが発生する。一方、リード線が下部基板 102 にのみ接続される場合には上部基板 101 に歪みは発生しないので、ミラーとして用いられる上部電極 107 に歪みが生じない。従って、ミラーの結像性能の低下を防止できる。

#### 【0009】

スペーサ 115 は厚膜フォトレジストでシリコン基板 109 上に形成される。スペーサ 115 は下部電極 111 等とともに一括して高精度に形成できる。このため、上部基板 101 と下部基板 102 を容易に接合することができる。

#### 【0010】

##### 【特許文献 1】

特開 2002-156514 号公報

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

圧着時、厚膜フォトレジストで形成されたスペーサ 115 は加熱され、柔らかくされる。柔らかくなったスペーサ 115 には上部基板 101 と下部基板 102 を介して圧力が加えられる。このとき加えられる圧力を適切に調節することにより上部基板 101 と下部基板 102 の間の基板間隔を所望の値にすることができる。基板間隔には高い精度が要求される。このため、フリップチップボンダー等の高精度で圧力を制御できる高価な圧着装置を用いる必要がある。従って、この可変形状鏡の製造コストは高い。

#### 【0012】

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたもので、対向する電極の間隔を容易に

保つことができる静電駆動装置を提供することを目的としている。また、このような静電駆動装置を安価で製造できる製造方法を提供することを目的としている。

### 【0013】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明の一態様に係わる静電駆動装置は、  
可撓性薄膜と、  
可撓性薄膜が撓むことができるよう、可撓性薄膜を保持している保持部材と、  
可撓性薄膜に取り付けられている作用部材と、  
可撓性薄膜に設けられていて、可撓性薄膜に沿って広がっている膜側対向電極  
と、  
保持部材に対向している基部と、  
基部に設けられていて、膜側対向電極と対向している基部側対向電極と、  
保持部材と基部の間に挟まれていて、保持部材と基部を接着するとともに、膜  
側対向電極と基部側対向電極の間の電極間隔を所定の間隔に保つよう保持部材と  
基部の間の間隔を所定の間隔に保つ接着スペーサ部材と、  
を備えており、膜側対向電極と基部側対向電極に働く静電力に応じて可撓性薄  
膜が撓み、この可撓性薄膜の撓みに応じて作用部材は作用される。

### 【0014】

本発明の一態様に係わる静電駆動装置の製造方法は、  
前記作用部材が取り付けられ、前記膜側対向電極が設けられた前記可撓性薄膜  
を保持している前記保持部材と、前記基部側対向電極が設けられた前記基部とを  
用意する部材用意工程と、  
接着剤を含んでいる接着部材と剛性を有する複数の剛性部材とを用意し、剛性  
部材が接着部材内で分散するよう用意された接着部材と剛性部材を混合して、混  
合された接着部材と剛性部材を含む混合部材を形成する混合工程と、  
前記用意された保持部材又は基部にこの混合部材を供給する供給工程と、  
供給された混合部材が保持部材と基部の間に挟まれるとともに前記膜側対向電  
極と前記基部側対向電極が対向するよう、保持部材と基部を位置決めする位置決

め工程と、

位置決めされた保持部材と基部を圧着する圧着工程と、

保持部材と基部の間に挟まれた混合部材中の接着部材に含まれた接着剤を硬化させる硬化工程と、

を備えており、

硬化工程にて硬化させられた接着剤を含む混合部材は前記接着スペーサ部材を形成する。

### 【0015】

#### 【発明の実施の形態】

図1～図9を参照して、本発明の実施の形態に係わる静電駆動装置及びその製造方法を説明する。先ず、図1(A)～図1(C)及び図2を参照して本発明の第1の実施の形態の静電駆動装置を説明する。静電駆動装置は、可撓性薄膜4が撓むことができるよう、可撓性薄膜4を保持している保持部材3と、保持部材3に対向している基部7とを有している。図1(A)は保持部材3の平面図であり、基部7と対向する面とは反対側にある面が示されている。図1(B)は基部7の平面図である。保持部材3に対向する面7aが示されている。図1(C)は保持部材3側から見た静電駆動装置の平面図である。図2は図1(C)の2C-2C断面線で切断された静電駆動装置の断面図である。

### 【0016】

保持部材3は平板状であり、単結晶シリコンで形成されている。保持部材3には円形の孔2が形成されている。基部7と対向している保持部材3の面全体に沿って可撓性薄膜4が広がっている。可撓性薄膜4はポリイミドで形成されている。孔2から可撓性薄膜4の一部分を覗くことができる。この部分は撓むことができる可撓部4aを形成する。可撓部4aの周囲は保持部材3に保持されている。

### 【0017】

基部7とは反対側にある可撓部4aの面には作用部材が取り付けられている。本実施の形態では作用部材はアルミニウムで形成された円形の反射膜6で構成されている。反射膜6は可撓部4aに沿って広がっている。作用部材は可撓性薄膜4の撓みに応じて作用される。本実施の形態では反射膜6が可撓性薄膜4の撓み

に応じて変形させられる。

#### 【0018】

可撓性薄膜4には可撓性薄膜4に沿って広がっている膜側対向電極5aが設けられている。膜側対向電極5aは、可撓性薄膜4の基部7側全面に固定されている、クロムを含む導電性膜5の一部を形成している。即ち、膜側対向電極5aは可撓部4aに対向している導電性膜5の部分を形成している。

#### 【0019】

基部7は平板状であり、ガラスで形成されている。基部7には膜側対向電極5aと対向している基部側対向電極8が設けられている。基部側対向電極8は円形のアルミニウム膜で形成されており、保持部材3と対向する基部7の面7a上に固定されている。基部7の面7aには導電性の電極パッド10、基部用外部電極9及び膜用外部電極11が固定されている。基部側対向電極8は配線9aを介して基部用外部電極9に接続されており、電極パッド10は配線11aを介して膜用外部電極11に接続されている。基部用外部電極9と膜用外部電極11は、保持部材3により覆われない面7aの位置に配置されている。

#### 【0020】

電圧を印加するために、リード線を基部用外部電極9と膜用外部電極11に接続しても良い。リード線を接続する際には負荷が生じる。例えば、保持部材3に負荷が生じると保持部材3が歪むことがある。保持部材3が歪むと反射膜6が歪み、反射膜6の結像性能が低下する。両外部電極9、11は基部7に設けられているので、リード線を接続する際には負荷は基部7のみに生じる。保持部材3には負荷が発生しない。従って、保持部材3には歪みが発生しないので、反射膜6の結像性能の低下を防止できる。

#### 【0021】

図2に示すように、保持部材3と基部7の間には接着スペーサ部材が挟まれている。接着スペーサ部材は導電性膜5を介して挟まれている。接着スペーサ部材は接着剤を含んでいる接着部材13と、接着部材13内で分散している、剛性を有する複数の剛性部材14とを有している。図1(B)に示すように、接着スペーサ部材は基部側対向電極8の周囲の複数箇所に配置されている。本実施の形態

では3箇所に配置されている。接着スペーサ部材は、保持部材3と基部7を接着するとともに、膜側対向電極5aと基部側対向電極8の間の電極間隔を所定の間隔に保つよう保持部材3と基部7の間の間隔を所定の間隔に保つ。接着部材13が保持部材3と基部7を接着し、剛性部材14が保持部材3と基部7の間の間隔を所定の間隔に保つ。

#### 【0022】

剛性部材14は球形であり、プラスチック粒子で形成されている。それぞれの剛性部材14の大きさはほぼ等しい。プラスチック粒子には、例えば積水化学社から入手できる商品名「ミクロパール」のプラスチック微粒子を使用することができる。このプラスチック微粒子の平均粒径は $3\text{ }\mu\text{m}\sim 30\text{ }\mu\text{m}$ である。保持部材3と基部7の間の間隔はプラスチック粒子の粒径と等しい。接着部材13は常温で硬化する低弾性のシリコーン系の接着剤を含んでいる。この接着剤はUV硬化型である。

#### 【0023】

導電性膜5と電極パッド10の間には銀ペーストを含んでいる導電性接着剤12が介在している。導電性接着剤12は、導電性膜5と電極パッド10を接着するとともに、導電性膜5と電極パッド10を電気的に接続して膜側対向電極5aと膜用外部電極11を導通させている。導電性接着剤12には、例えば日本エイブルステイック社から入手できる2液混合型の導電性接着剤を使用することができる。主剤と硬化剤を混合し、常温で硬化させると、この導電性接着剤が形成される。

#### 【0024】

基部用外部電極9と膜用外部電極11の間に電圧を印加すると、基部側対向電極8と膜側対向電極5aに静電引力が働く。この静電引力に応じて反射膜6が変形する。電圧を適切に調節すれば、反射膜6の表面の曲率を所望の値にすることができる。

#### 【0025】

図3を参照して上記第1の実施の形態の静電駆動装置の製造方法の一例を説明する。図3はこの製造方法のフローチャートである。先ず、作用部材（反射膜6

) が取り付けられ、膜側対向電極 5 a が設けられた可撓性薄膜 4 を保持している保持部材 3 と、基部側対向電極 8 が設けられた基部 7 とを用意する（部材用意工程 S 110）。上述したように、膜側対向電極 5 a は導電性膜 5 の一部を形成している。用意される基部 7 には、配線 9 a、基部用外部電極 9、電極パッド 10、配線 11 a 及び膜用外部電極 11 が設けられている。

#### 【0026】

次に、接着剤を含んでいる接着部材と剛性を有する複数の剛性部材とを用意し、剛性部材が接着部材内で分散するよう接着部材と剛性部材を混合して、混合された接着部材と剛性部材を含む混合部材を形成する（混合工程 S 120）。本例では、剛性部材には平均粒径が  $3 \mu\text{m} \sim 30 \mu\text{m}$  であるプラスチック微粒子が使用されている。

#### 【0027】

次に、用意された保持部材 3 又は基部 7 に混合部材を供給する。本例では、基部 7 に混合部材を供給する（供給工程 S 130）。用意された混合部材は基部側対向電極 8 の周囲の 3箇所にスクリーン印刷法にて供給する。スクリーン印刷の際、所定の形状の開口を有する、厚さ  $100 \sim 150 \mu\text{m}$  のメタルマスクで基部 7 を覆い、メタルマスク上に混合部材を供給した後にゴムスキージでメタルマスクの開口にこの混合部材を刷り込む。刷り込まれた混合部材は平板状になる。その厚さはメタルマスクとほぼ同じである。平板状の混合部材内では、プラスチック微粒子が平板の面方向に密度  $40 \sim 50 \text{ 個/mm}^2$  で分散している。混合工程 S 120 にて用意される接着部材と剛性部材（プラスチック微粒子）の混合比率は、スクリーン印刷時にプラスチック微粒子がこの密度で分散するように決められている。この後メタルマスクを取り除くと、基部 7 の所定の位置にだけ混合部材が残る。このようなスクリーン印刷を用いれば、基部 7 の所望の位置に精度良く混合部材を供給できる。

#### 【0028】

次に、2液混合型の導電性接着剤 12 を電極パッド 10 上に供給する（導電性接着剤供給工程 S 140）。この際、主剤と硬化剤を用意し、これらを混合する。混合物をディスペンサで電極パッド 10 上に塗布する。塗布された混合物の高

さはプラスチック微粒子の粒径よりも大きい。なお、このS140の後にS130を行うこととしてもよい。

#### 【0029】

次に、供給工程S130にて供給された混合部材が保持部材3と基部7の間に挟まるとともに膜側対向電極5aと基部側対向電極8が対向するよう、保持部材3と基部7を位置決めする（位置決め工程S150）。

#### 【0030】

次に、位置決めされた保持部材3と基部7を圧着し（圧着工程S160）、保持部材3と基部7の間に挟まれた混合部材中の接着部材に含まれたUV硬化型の接着剤を硬化させる（硬化工程S170）。この際、保持部材3を基部7に押し付けながら、混合部材にガラスで形成された基部7を介して紫外光を照射して接着剤を硬化させる。保持部材3を基部7に所定の圧力より大きい圧力で押し付けると、混合部材は潰れ、保持部材3と基部7の間の間隔はプラスチック微粒子の粒径（剛性部材の寸法）とほぼ等しくなる。プラスチック微粒子は球形の為、プラスチック微粒子と保持部材3及び基部7の間の接着部材が容易に排除される。保持部材3を基部7に押し付ける圧力は、この所定の圧力よりも大きくされている。かつ、保持部材3を基部7に押し付ける圧力は、保持部材3を基部7に押し付けたときに剛性部材が破損又は変形しないよう決められている。本例では、保持部材3を基部7に押し付ける圧力は、1つのプラスチック微粒子に5g重以上の荷重が加わらないよう決められている。硬化工程S170にて硬化させられた接着剤を含む混合部材は接着スペーサ部材を形成する。

#### 【0031】

特許文献1に記載の従来の可変形状鏡では、圧着時に上部基板101と下部基板102加えられる圧力は高精度に調節しなくてはならず、高精度で圧力を制御できる高価な圧着装置を用いる必要があり、製造コストは高い。これに対して、本例では保持部材3を基部7に押し付ける圧力を高精度に調節する必要はないので、製造コストは低い。

#### 【0032】

接着部材に含まれた接着剤は低弾性のシリコーン系の接着剤であるので、硬化

後に保持部材 3 と基部 7 に応力が発生しにくい。このため、硬化後、保持部材 3 の歪みがほとんど発生しないので、反射膜 6 に歪みがほとんど生じない。従って、反射膜 6 の結像性能の低下を防止できる。

#### 【0033】

接着部材に含まれた接着剤は常温で硬化する。ところで、特許文献 1 に記載の従来の可変形状鏡では、上部基板 101 と下部基板 102 の接合時に接着剤として用いられるスペーサ 115 は加熱される。また、別の典型的な可変形状鏡では上下基板を接合するために熱硬化型の接着剤が用いられる。接合時に加熱が行われると、ミラーを保持する部材が歪み、ミラーの結像性能が低下する。これに対して、本例では加熱する必要がないので、保持部材 3 は歪まず、反射膜 6 の結像性能が低下することがない。尚、反射膜 6 に要求される結像性能が比較的低い場合には、接着部材に含まれた接着剤の硬化を促進するために混合部材を加熱しても良い。

#### 【0034】

導電性接着剤供給工程 S140 にて電極パッド 10 上に供給された 2 液混合型の導電性接着剤 12 の高さは、プラスチック微粒子の粒径よりも大きいので、導電性接着剤 12 は圧着工程 S160 の際に導電性膜 5 に付着する。導電性接着剤 12 は主剤と硬化剤が混合された後に 2~4 時間で完全に硬化する。

#### 【0035】

図 4 (A)、図 4 (B) 及び図 5 を参照して本発明の第 2 の実施の形態の静電駆動装置を説明する。第 1 の実施の形態の構成部材と実質的に同一の構成部材には、同じ参照符号を付して詳細な説明を省略する。本実施の形態の静電駆動装置は第 1 の実施の形態のものと実質的に同じ保持部材 3、可撓性薄膜 4、導電性膜 5 及び反射膜 6 を有している。保持部材 3 には基部 15 が対向している。図 4 (A) は基部 15 の平面図であり、保持部材 3 に対向する面 15a が示されている。図 4 (B) は保持部材 3 側から見た静電駆動装置の平面図である。図 5 は図 4 (B) の 5C-5C 断面線で切断された静電駆動装置の断面図である。基部 15 は平板状であり、シリコンで形成されている。基部 15 の面 15a には膜側対向電極 5a と対向している、円形のアルミニウム膜で形成された基部側対向電極 8

が設けられている。面 15a には導電性の電極パッド 18、ダミーパッド 20 及びダミーパッド 21 が固定されている。パッド 18、20、21 は基部側対向電極 8 を囲んでいる。パッド 18、20、21 はシート状であり、同じ厚さを有している。面 15a には、第 1 の実施の形態と同様に、基部用外部電極 9 及び膜用外部電極 11 が固定されている。基部側対向電極 8 は配線 9a を介して基部用外部電極 9 に接続されており、電極パッド 18 は配線 11a を介して膜用外部電極 11 に接続されている。基部用外部電極 9 と膜用外部電極 11 は、保持部材 3 により覆われない面 15a の位置に配置されている。

#### 【0036】

図 5 に示すように、保持部材 3 と基部 15 の間には 3 つの接着スペーサ部材が挟まれている。接着スペーサ部材の 1 つは可撓性薄膜 4、導電性膜 5 及び電極パッド 18 を介して挟まれている。もう 1 つは可撓性薄膜 4、導電性膜 5 及びダミーパッド 20 を介して挟まれており、残りの 1 つは可撓性薄膜 4、導電性膜 5 及びダミーパッド 21 を介して挟まれている。

#### 【0037】

それぞれの接着スペーサ部材は接着部材 22 と、接着部材 22 内で分散している、剛性部材 14 とを有している。接着部材 22 と剛性部材 14 の少なくとも一方は導電性を有している。本実施の形態では接着部材 22 が導電性を有している。接着部材 22 は導電性接着剤を含んでいる。剛性部材も導電性を有していても良い。この場合、剛性部材には金属粒子や表面に金属メッキが施されたプラスチック粒子が用いられる。

#### 【0038】

保持部材 3 には膜側対向電極 5a と接着スペーサ部材の接着部材 22 を電気的に接続する導電性の膜側接続部材が設けられている。膜側接続部材は導電性膜 5 に含まれている。基部 15 には膜用外部電極 11 と接着スペーサ部材の接着部材 22 を電気的に接続する導電性の基部側接続部材が設けられている。基部側接続部材は電極パッド 18 と配線 11a を含んでいる。膜側対向電極 5a は、膜側接続部材、接着部材 22 及び基部側接続部材を介して膜用外部電極 11 に導通している。

### 【0039】

剛性部材 14 は第 1 の実施の形態のものと実質的に同じである。保持部材 3 と基部 15 の間の間隔は、剛性部材 14 の寸法と可撓性薄膜 4 の厚さと導電性膜 5 の厚さとパッド 18（又はパッド 20 又はパッド 21）の厚さの和に等しい。

### 【0040】

図 6 を参照して上記第 2 の実施の形態の静電駆動装置の製造方法の一例を説明する。図 6 はこの製造方法のフローチャートである。先ず、導電性の膜側接続部材が設けられた保持部材 3 と導電性の基部側接続部材が設けられた基部 15 を用意する（部材用意工程 S210）。用意される保持部材 3 には可撓性薄膜 4、導電性膜 5 及び反射膜 6 が設けられている。導電性膜 5 には膜側対向電極 5a と電気的に接続されている導電性の膜側接続部材が含まれている。用意される基部 15 には基部側対向電極 8、配線 9a、基部用外部電極 9、配線 11a、膜用外部電極 11、電極パッド 18、ダミーパッド 20 及びダミーパッド 21 が設けられている。電極パッド 18 と配線 11a は基部側接続部材に含まれている。

### 【0041】

次に、剛性部材と導電性を有する接着部材を用意しこれらを混合して混合部材を形成する（混合工程 S220）。接着部材は導電性接着剤を含んでいる。この導電性接着剤は熱硬化型である。尚、製造される静電駆動装置は導電性を有する剛性部材を有していても良い。この場合、混合工程にて用意される剛性部材は導電性を有する。

### 【0042】

次に、用意された基部 15 に混合部材を供給する（供給工程 S230）。混合部材は電極パッド 18、ダミーパッド 20 及びダミーパッド 21 のそれぞれの上に供給される。混合部材は電極パッド 18 を含む基部側接続部材に接触するので、混合部材は膜用外部電極 11 と電気的に接続する。混合部材は、基部 15 の代わりに保持部材 3 に供給されても良い。この場合、混合部材は導電性膜 5 に含まれる膜側接続部材に接触するので、混合部材は膜側対向電極 5a と電気的に接続する。混合部材はスクリーン印刷法で供給される。

### 【0043】

次に、供給工程 S 230 にて供給された混合部材が膜側接続部材と基部側接続部材に接触するとともに膜側対向電極 5a と基部側対向電極 8 が対向するよう、保持部材 3 と基部 15 を位置決めする（位置決め工程 S 240）。このとき、混合部材は保持部材 3 と基部 15 の間に挟まれる。

#### 【0044】

次に、位置決めされた保持部材 3 と基部 15 を圧着し（圧着工程 S 250）、保持部材 3 と基部 15 の間に挟まれた混合部材中の接着部材に含まれた熱硬化型の導電性接着剤を加熱して硬化させる（硬化工程 S 260）。この際、保持部材 3 を基部 15 に押し付けながら、混合部材を 80℃～150℃で加熱する。保持部材 3 と基部 15 の間の間隔は、剛性部材 14 の寸法と可撓性薄膜 4 の厚さと導電性膜 5 の厚さとパッド 18（又はパッド 20 又はパッド 21）の厚さの和に等しくなる。剛性部材の寸法とほぼ等しくなる。硬化工程 S 260 にて硬化させられた接着剤を含む混合部材は接着スペーサ部材を形成する。

#### 【0045】

接着スペーサ部材は、保持部材 3 と基部 15 の間の間隔を保ち、これらを接着するだけでなく、膜側対向電極 5a と膜用外部電極 11 を導通させる。図3を参照して説明した製造方法は、この導通のために導電性接着剤 12 を電極パッド 10 上に供給する工程を含んでいるが、本例の製造方法はこのような工程を必要としない。従って、生産性が良い。

#### 【0046】

図7（A）～図7（C）及び図8を参照して本発明の第3の実施の形態の静電駆動装置を説明する。第1の実施の形態の構成部材と実質的に同一の構成部材には、同じ参照符号を付して詳細な説明を省略する。静電駆動装置は第1の実施の形態のものと実質的に同じ保持部材 3、可撓性薄膜 4、導電性膜 5 及び反射膜 6 を有している。保持部材 3 には基部 24 が対向している。保持部材 3 と基部 24 の間には、シリコン接着剤を含んでいる接着部材 36 と、第1の実施の形態のものと実質的に同じ複数の剛性部材 14 とを有する接着スペーサ部材が挟まれている。図7（A）及び図7（B）は基部 24 の平面図であり、保持部材 3 に対向する面 24a が示されている。図7（A）には接着スペーサ部材が示されておらず

、図7（B）には接着スペーサ部材が示されている。図7（C）は保持部材3側から見た静電駆動装置の平面図である。図8は図7（C）の8C-8C断面線で切断された静電駆動装置の断面図である。基部24は平板状であり、シリコンで形成されている。基部24の面24aには膜側対向電極5aと対向している基部側対向電極8が設けられている。面24aには導電性の電極パッド27、ダミーパッド29、ダミーパッド30及びダミーパッド31が固定されている。ダミーパッド29、30、31は基部側対向電極8を囲んでいる。パッド27、29、30、31はシート状であり、同じ厚さを有している。面24aには、基部用外部電極9及び膜用外部電極11が固定されている。基部側対向電極8は配線9aを介して基部用外部電極9に接続されており、電極パッド27は配線11aを介して膜用外部電極11に接続されている。基部用外部電極9と膜用外部電極11は、保持部材3により覆われない面24aの位置に配置されている。

#### 【0047】

静電駆動装置は、保持部材3と基部24の間に位置していて保持部材3と基部24の一方から突出している突起を備えており、他方はこの突起の先端と対向している対向面を有している。本実施の形態では、基部24からダミーパッド29、30、31を介して複数の突起33が突出しており（図7（A）参照）、保持部材3が対向面3aを有している。電極パッド27上には突起33と同じ高さをもつ突起32が設けられている。突起32、33はA uバンプで形成されている。本実施の形態では突起32と突起33は同じ高さを持っているが、本発明はこれに限定されない。突起32と突起33のそれぞれの高さは同じでなくとも良い。また、突起32と突起33は、例えばN i等の一定以上の圧力を加えないと変形しない剛性の金属部材で形成しても良い。

#### 【0048】

突起33は接着部材36で囲まれている。接着部材36内には複数の剛性部材14が分散している。分散している剛性部材14の一部と接着部材36の一部は突起33の先端と対向面3aとの間に可撓性薄膜4と導電性膜5を介して挟まれている。この剛性部材14の一部と接着部材36の一部は接着スペーサ部材を形成している。接着部材36は保持部材3と基部24を可撓性薄膜4と導電性膜5

を介して接着している。保持部材3と基部24の間の間隔はダミーパッド29（又はパッド30又はパッド31）の厚さと突起33の高さと剛性部材14の寸法と可撓性薄膜4の厚さと導電性膜5の厚さとの和に等しい。突起33の高さは比較的容易に変更できるので、膜側対向電極5aと基部側対向電極8の間の電極間隔を容易に変更できる。これは、比較的大きい電極間隔をもつ静電駆動装置の電極間隔を変更するときに有効である。

#### 【0049】

突起32は導電性接着剤34により囲まれている。導電性接着剤34は突起32の先端と導電性膜5の間に挟まれており、膜側対向電極5aと膜用外部電極11を導通させている。

#### 【0050】

静電駆動装置はフレキシブル基板38を有している。フレキシブル基板38はポリイミドで形成されたポリイミド基板39を有している。ポリイミド基板39には2つの中間電極41, 42、2つの外部電極43, 44及び中間電極41, 42と外部電極43, 44とを電気的に接続する2つの電気配線44a, 43aが設けられている。電気配線44a, 43aは中間電極41, 42を介して異方性導電接着剤37により基部用外部電極9と膜用外部電極11に電気的に接続されている。異方性導電接着剤37はエポキシ系接着剤とニッケルで形成された導電粒子とを含んでいる。異方性導電接着剤37は、ニッケルの導電粒子の代わりにプラスチック粒子にニッケル又は金をメッキした粒子を含んでいても良い。電気配線44a, 43aは銅で形成されている。

#### 【0051】

フレキシブル基板38を用いて、外部と電気的に接続できるため、コネクタやリード線などの形状が大きい接続装置を保持部材3の近くに配置しなくてもすむ。従って、携帯電話やカメラ等など、省スペースな配置が要求される小型製品に用意に搭載できる。

#### 【0052】

図9を参照して上記第3の実施の形態の静電駆動装置の製造方法の一例を説明する。図9はこの製造方法のフローチャートである。先ず、保持部材3と突起3

3が設けられた基部24を用意する（部材用意工程S310）。用意される保持部材3には可撓性薄膜4、導電性膜5及び反射膜6が設けられている。用意される基部24には基部側対向電極8、配線9a、基部用外部電極9、配線11a、膜用外部電極11、電極パッド27、ダミーパッド29、ダミーパッド30、ダミーパッド31及び突起32が設けられている。突起33はダミーパッド29、30、31を介して基部24から突出している。突起33は用意される基部24の代わりに用意される保持部材3から突出しても良い。突起32と突起33はA uバンプで形成されている。保持部材3と基部24を用意する際には、突起32と突起33はスタッドバンプ法により形成される。

#### 【0053】

次に、剛性部材と接着部材を用意しこれらを混合して混合部材を形成する（混合工程S320）。接着部材はシリコン接着剤を含んでいる。このシリコン接着剤は熱硬化型である。

#### 【0054】

次に、混合部材を突起33の先端に供給する（供給工程S330）。混合部材はスクリーン印刷法で供給される。この際、混合部材はダミーパッド29、30、31のそれぞれを覆うように供給される。このようにして供給された混合部材の一部が突起33の先端に供給される。突起33の先端に供給された混合部材の厚さは剛性部材の寸法よりも大きくされている。

#### 【0055】

次に、導電性接着剤34を電極パッド27上の突起32を囲むように供給する（導電性接着剤供給工程S340）。この際、導電性接着剤34はディスペンサで塗布される。塗布された導電性接着剤34の内、突起32の先端にある部分の厚さは、供給工程S330にて突起33の先端に供給された混合部材の厚さよりも高くされている。

#### 【0056】

供給工程S330にて供給された混合部材が突起33の先端と保持部材3の表面の一部である対向面3aの間に挟まれるとともに膜側対向電極5aと基部側対向電極8が対向するよう、保持部材3と基部24を位置決めする（位置決め工程

S 350)。位置決めされると、突起33は保持部材3と基部24の間に位置し、基部24から保持部材3に向け突出する。対向面3aは突起33と対向する。

#### 【0057】

次に、位置決めされた保持部材3と基部24を圧着し（圧着工程S360）、混合部材中の接着部材に含まれた熱硬化型のシリコン接着剤、及びS340にて供給された導電性接着剤34を加熱して硬化させる（硬化工程S370）。保持部材3と基部24の間の間隔は、パッド29（又はパッド30又はパッド31）の厚さと突起33の高さと剛性部材14の寸法と可撓性薄膜4の厚さと導電性膜5の厚さとの和に等しい。硬化工程S370にて硬化させられたシリコン接着剤を含む混合部材は接着スペーサ部材を形成する。また、導電性接着剤34の作用により、膜側対向電極5aと膜用外部電極11が導通する。

#### 【0058】

次に、フレキシブル基板38を用意し（フレキシブル基板用意工程S380）、基部用外部電極9と膜用外部電極11をフレキシブル基板38の電気配線43a, 44aに電気的に接続する（接続工程S390）。この際、基部用外部電極9と膜用外部電極11は中間電極41, 42を介して異方性導電接着剤37により電気配線44a, 43aに電気的に接続される。

#### 【0059】

上記第1～第3の実施の形態の静電駆動装置の作用部材は、アルミニウムで形成された円形の反射膜6で構成されている。しかしながら、作用部材はこれに限定されるものではなく、可撓性薄膜4の撓みに応じて高速で動作するヒンジ構造のミラーで構成されていても良い。このような静電駆動装置は静電駆動型の光スイッチや光スキャナー等に適用することができる。

#### 【0060】

また、上記第1～第3の実施の形態の静電駆動装置の剛性部材は球形であるが、その他の形状、例えば円柱状、板状等であっても良い。

#### 【0061】

尚、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

**【0062】****【発明の効果】**

本発明に従った静電駆動装置を用いれば対向する電極の間隔を容易に保つことができる。また、このような静電駆動装置を安価で製造できる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】** (A) は第 1 の実施の形態に係わる静電駆動装置の保持部材 3 の平面図。 (B) は基部 7 の平面図。 (C) は保持部材 3 側から見た静電駆動装置の平面図。

**【図 2】** 図 1 (C) の 2 C – 2 C 断面線で切断された静電駆動装置の断面図。

**【図 3】** 第 1 の実施の形態に係わる静電駆動装置の製造方法の一例のフローチャート。

**【図 4】** (A) は第 2 の実施の形態に係わる静電駆動装置の基部 15 の平面図。 (B) は保持部材 3 側から見た静電駆動装置の平面図。

**【図 5】** 図 4 (B) の 5 C – 5 C 断面線で切断された静電駆動装置の断面図。

**【図 6】** 第 2 の実施の形態に係わる静電駆動装置の製造方法の一例のフローチャート。

**【図 7】**

(A) 及び (B) は第 3 の実施の形態に係わる静電駆動装置の基部 24 の平面図。 (C) は保持部材 3 側から見た静電駆動装置の平面図。

**【図 8】**

図 7 (C) の 8 C – 8 C 断面線で切断された静電駆動装置の断面図。

**【図 9】**

第 3 の実施の形態に係わる静電駆動装置の製造方法の一例のフローチャート。

**【図 10】**

特許文献 1 に開示されている従来の可変形状鏡の構成を示す分解斜視図。

**【符号の説明】**

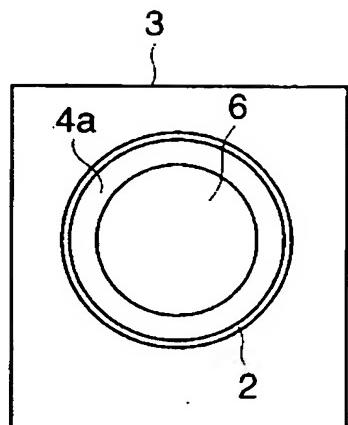
3 …保持部材、 4 …可撓性薄膜、 4 a …可撓部、 5 a …膜側対向電極

5 …導電性膜、 6 …反射膜、 7 …基部、 8 …基部側対向電極  
9 …基部用外部電極、 10 …電極パッド、 11 …膜用外部電極  
12 …導電性接着剤、 13 …接着部材、 14 …剛性部材、 15 …基部  
18 …電極パッド、 20 …ダミーパッド、 21 …ダミーパッド  
22 …接着部材、 24 …基部、 27 …電極パッド、 29 …ダミーパッド  
30 …ダミーパッド、 31 …ダミーパッド、 32 …突起、 33 …突起  
34 …導電性接着剤、 36 …接着部材、 37 …異方性導電接着剤  
38 …フレキシブル基板、 39 …ポリイミド基板、 41, 42 …中間電極  
43, 44 …外部電極、 43a, 44a …電気配線  
S110 …部材用意工程、 S120 …混合工程、 S130 …供給工程  
S140 …導電性接着剤供給工程、 S150 …位置決め工程  
S160 …圧着工程、 S170 …硬化工程、 S210 …部材用意工程  
S220 …混合工程、 S230 …供給工程、 S240 …位置決め工程  
S250 …圧着工程、 S260 …硬化工程、 S310 …部材用意工程  
S320 …混合工程、 S330 …供給工程  
S340 …導電性接着剤供給工程、 S350 …位置決め工程  
S360 …圧着工程、 S370 …硬化工程  
S380 …フレキシブル基板用意工程、 S390 …接続工程

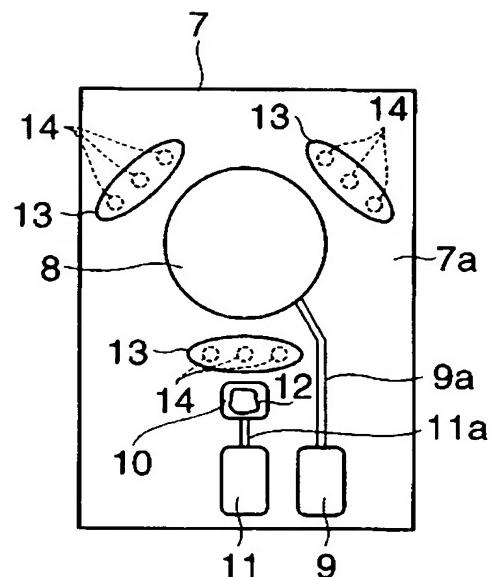
【書類名】

図面

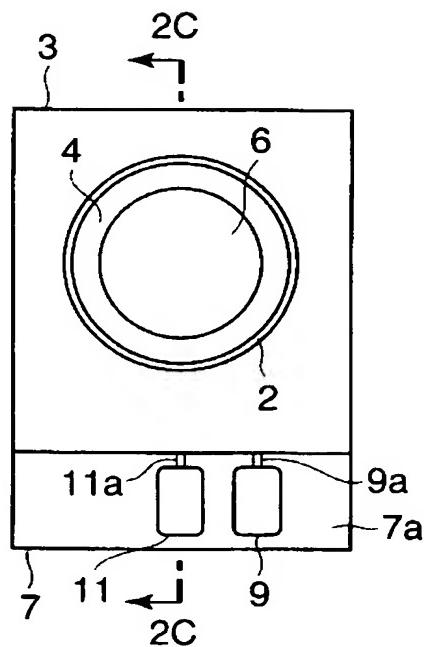
【図 1】



(A)

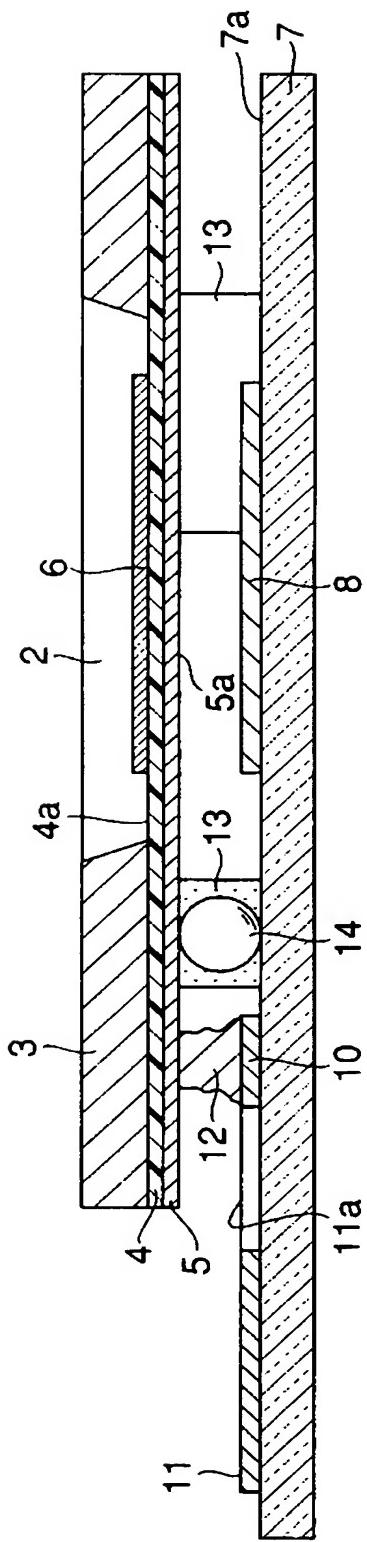


(B)

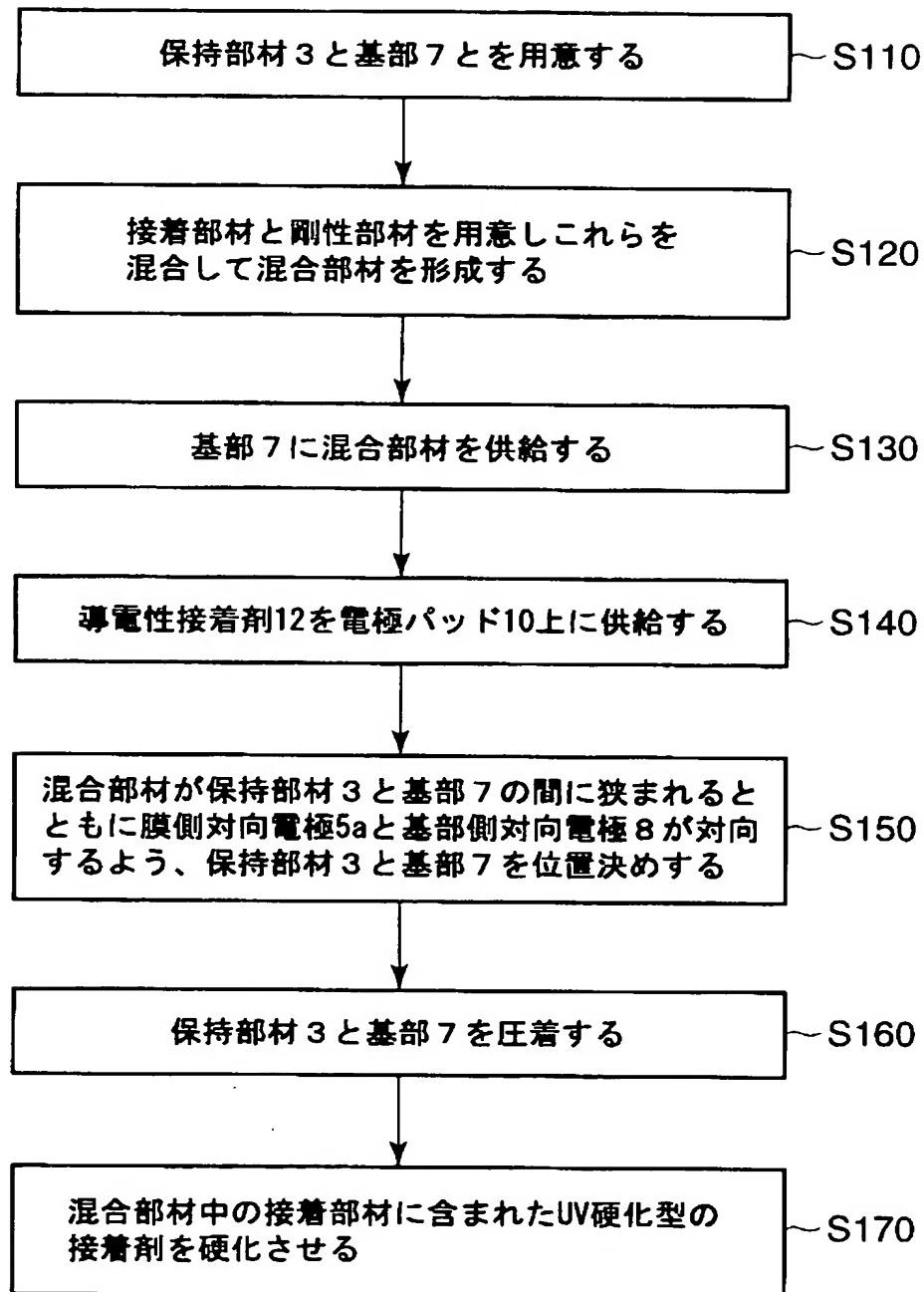


(C)

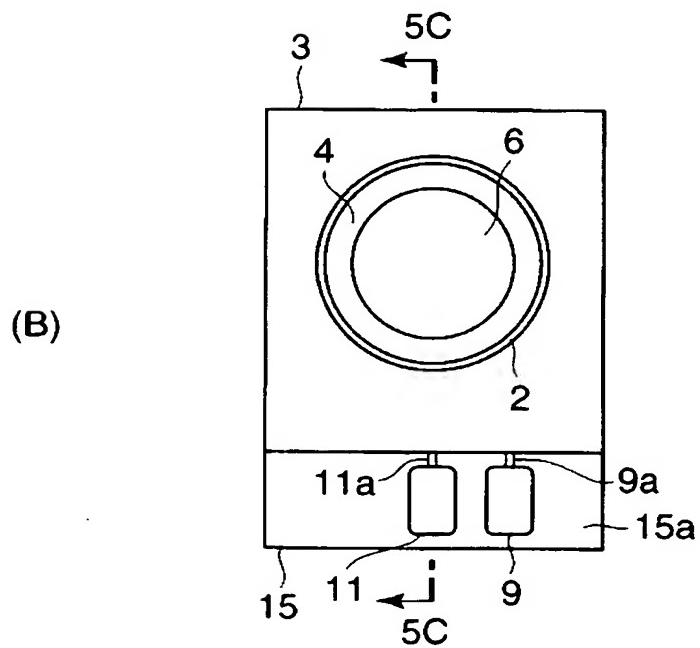
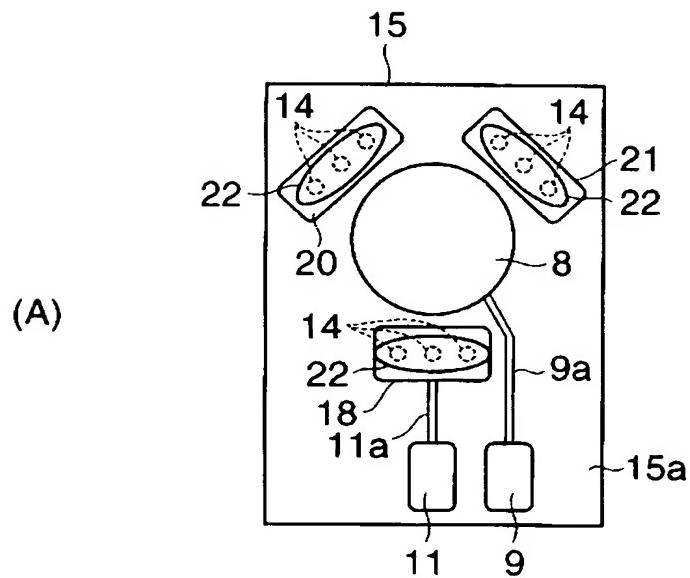
【図2】



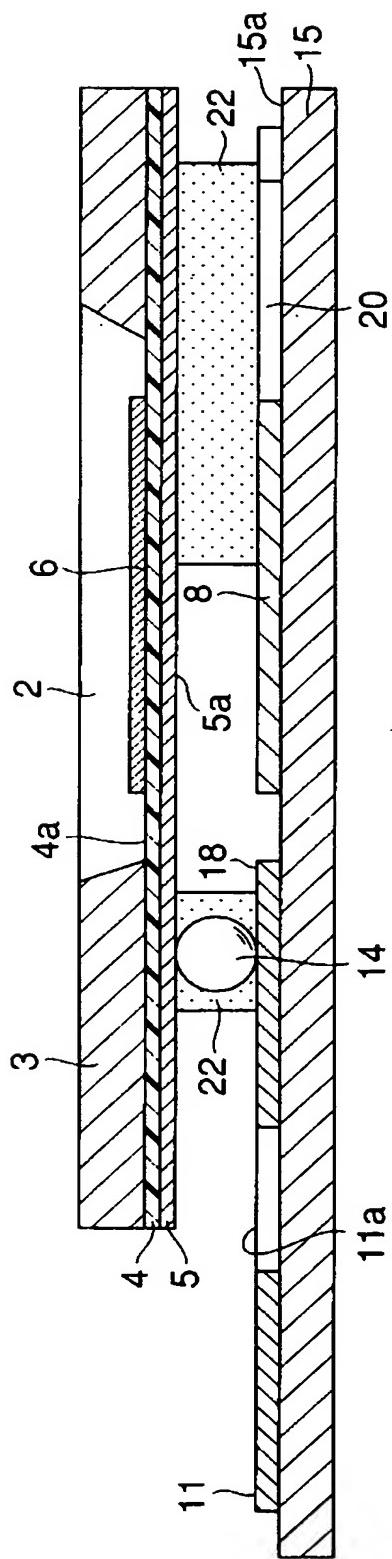
【図3】



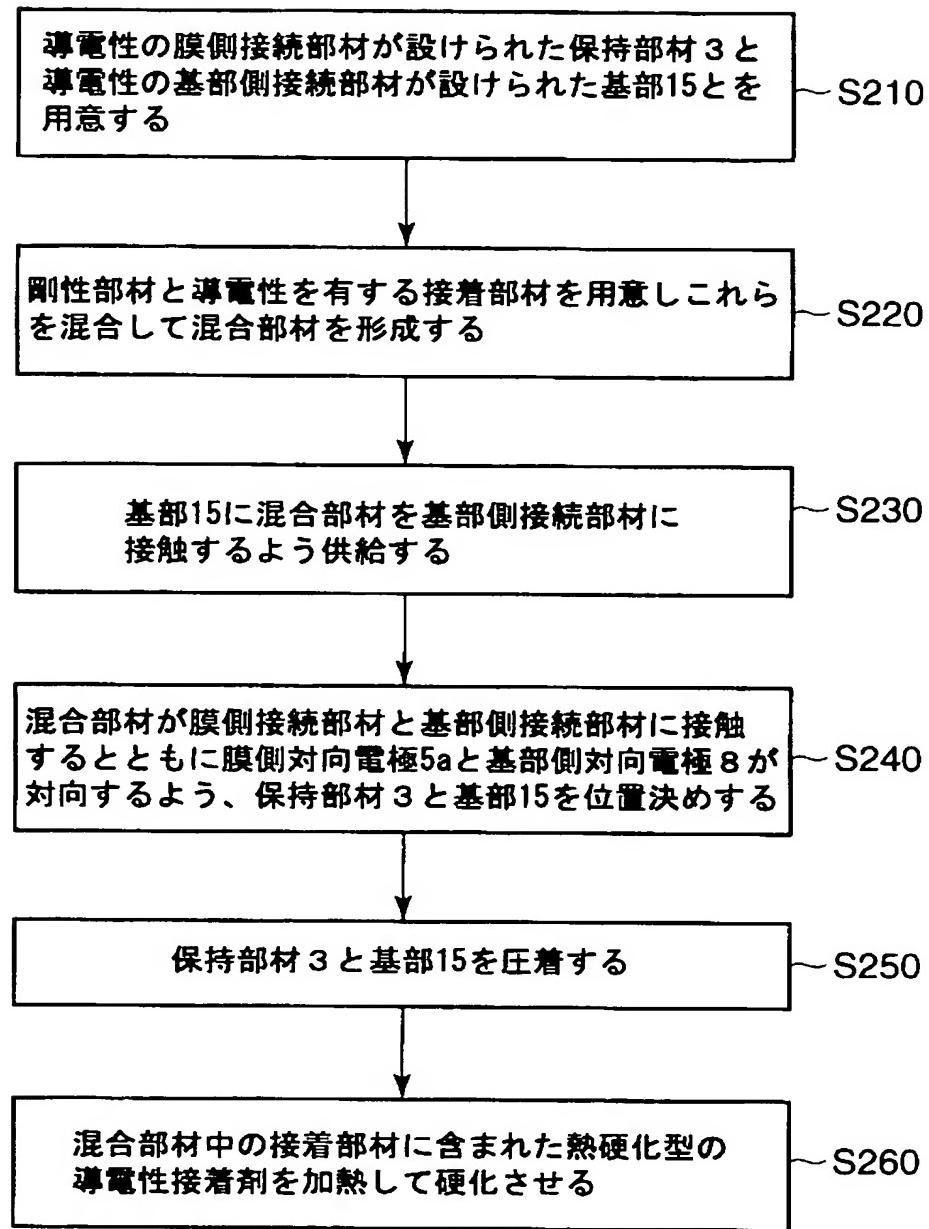
【図 4】



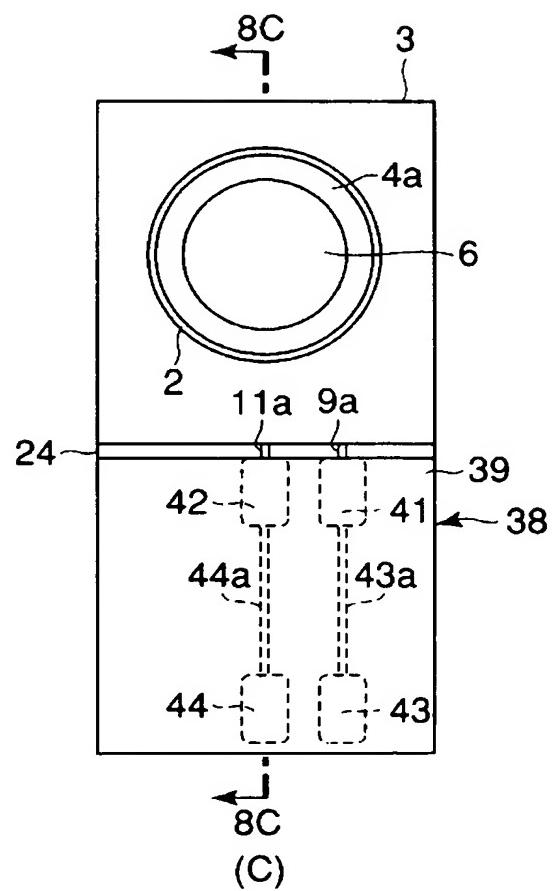
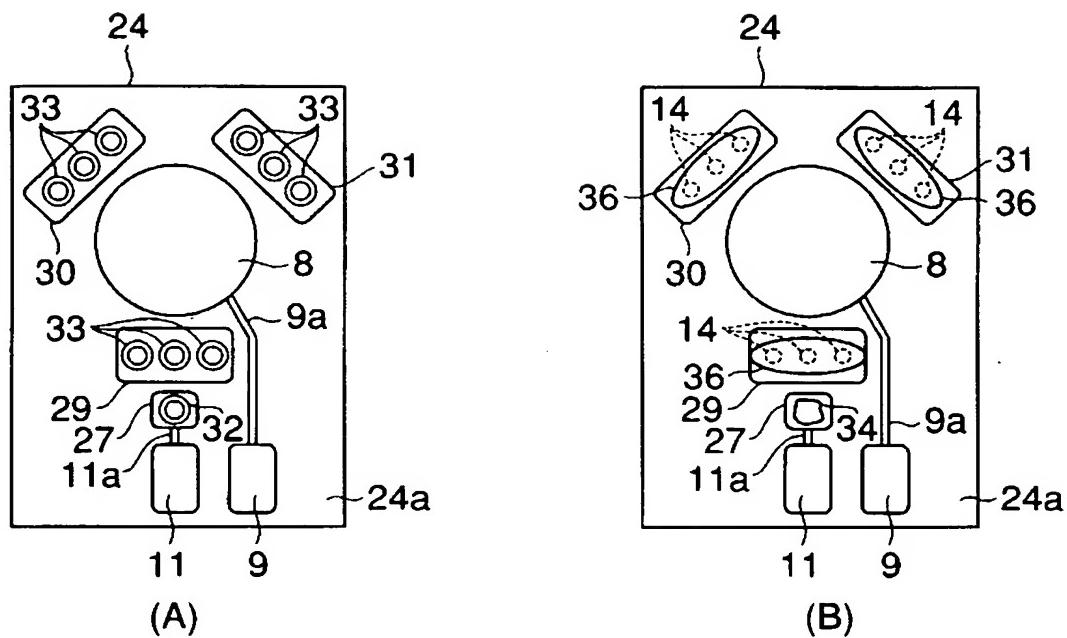
【図 5】



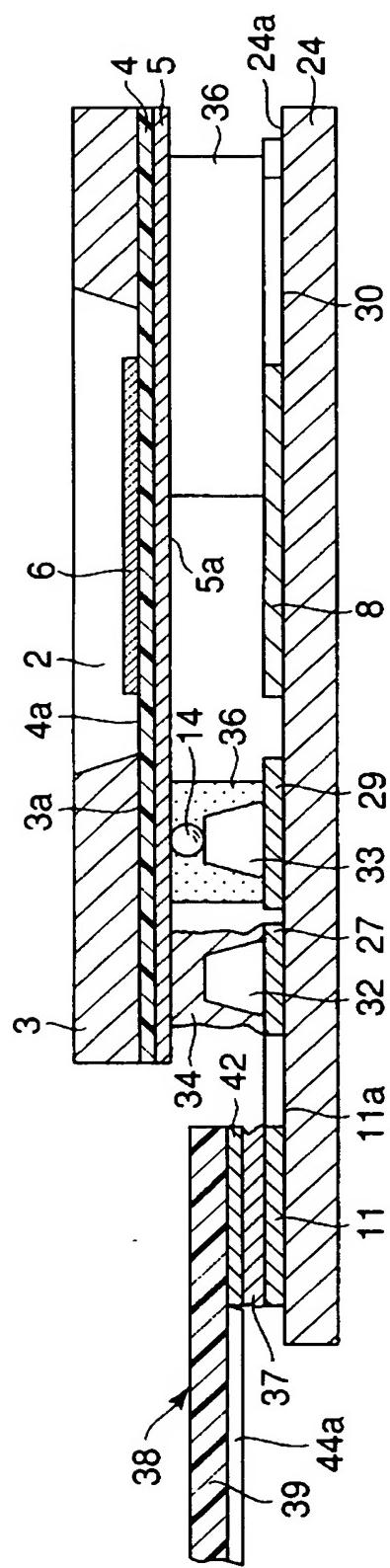
【図6】



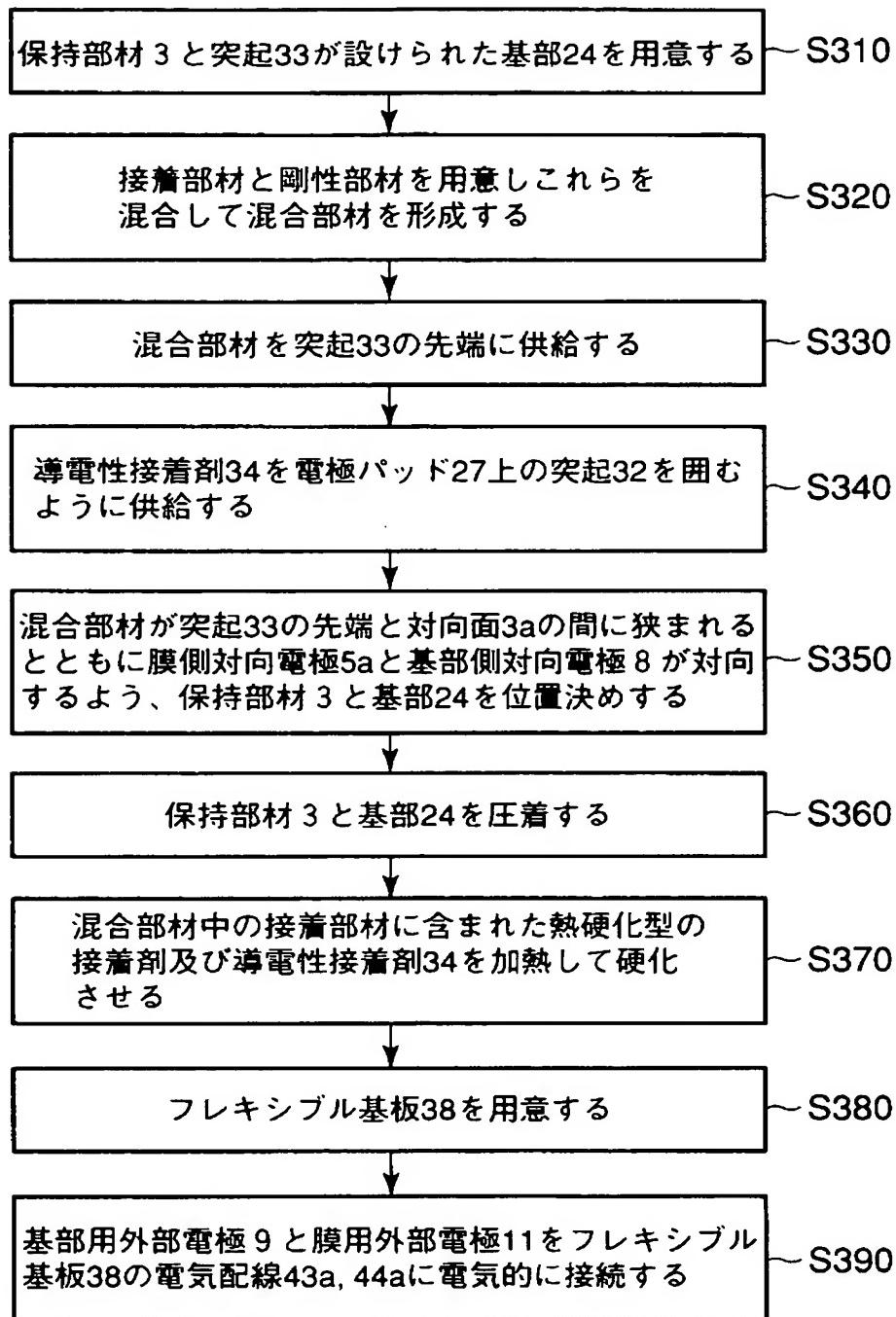
【図 7】



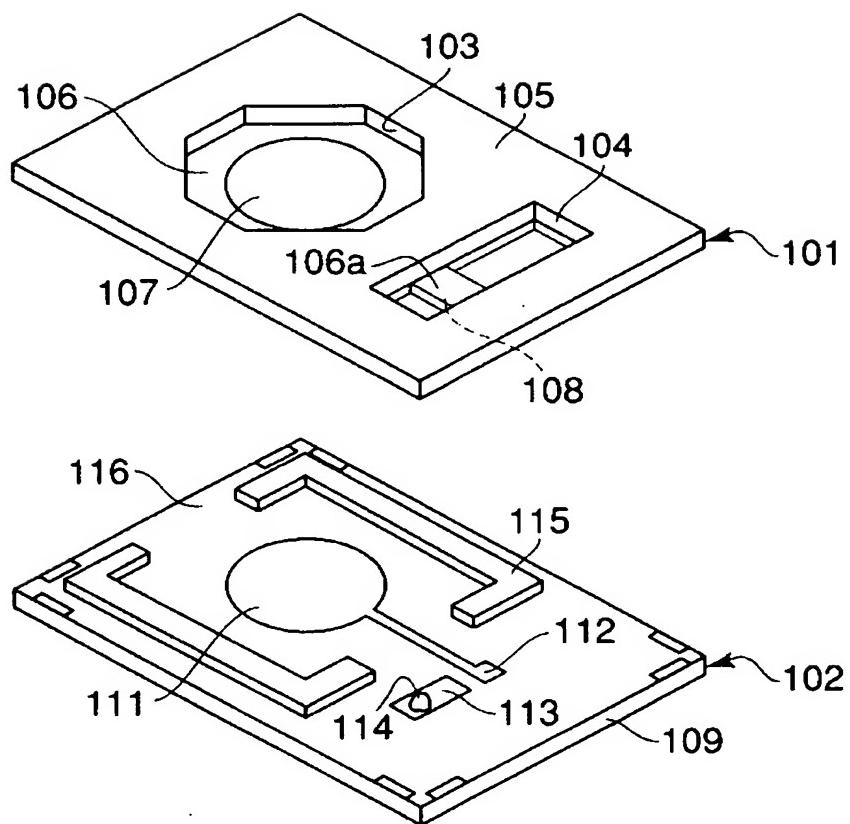
【図 8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 対向する電極の間隔を容易に保つことができる。

【解決手段】 保持部材 3 は可撓性薄膜 4 が撓むことができるよう、可撓性薄膜 4 を保持している。反射膜 6 は可撓性薄膜に取り付けられている。膜側対向電極 5 a は可撓性薄膜 4 に沿って広がっている。基部 7 は保持部材 3 に対向している。基部 7 に設けられている基部側対向電極 8 は膜側対向電極 5 a と対向している。接着スペーサ部材 13, 14 は保持部材 3 と基部 7 の間に挟まれていて、保持部材 3 と基部 7 を接着するとともに、膜側対向電極 5 a と基部側対向電極 8 の間の電極間隔を所定の間隔に保つよう保持部材 3 と基部 7 の間の間隔を所定の間隔に保つ。膜側対向電極 5 a と基部側対向電極 8 に働く静電力に応じて可撓性薄膜 4 が撓み、可撓性薄膜 4 の撓みに応じて反射膜 6 が変形する。

【選択図】 図 2

特願 2003-068318

## 出願人履歴情報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
氏 名 オリンパス光学工業株式会社

2. 変更年月日 2003年10月 1日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
氏 名 オリンパス株式会社